

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-200869

(43)Date of publication of application : 19.07.1994

(51)Int.Cl.

F04B 17/04

(21)Application number : 05-016938

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 07.01.1993

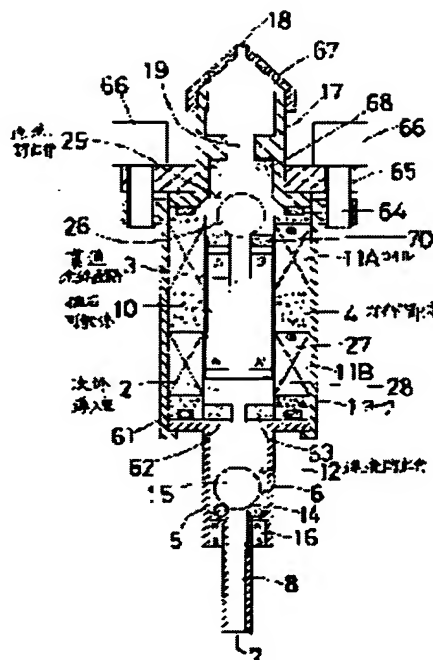
(72)Inventor : HIRABAYASHI YASUYUKI
OYAMA TAKATOSHI
MUNENO HIROYUKI
SAITO SHIGEO

(54) MOVABLE MAGNET TYPE PUMP

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate a need for a mechanical restoring mechanism, and thereby simplify the mechanism as well as to increase fluid lifting capacity by letting a magnet movable body be so constituted as to be reciprocated within a fluid introduction chamber.

CONSTITUTION: A magnet movable body 10 which comprises a permanent magnet 27 magnetized at least in one axial direction and formed with a fluid through passage 3 in the axial direction, is provided within a fluid introduction chamber 2 in such a way as to be freely slidable, a plurality of coils 11A and 11B are fixedly disposed in such a way that the fluid introduction chamber 2 is enclosed, and a first reverse flow prevention valve 12 is provided for the fluid introduction side of the fluid introduction chamber 2. Concurrently, a second reverse flow prevention valve 25 is provided for the fluid introduction side of the fluid through passage 3, the pump is so constituted that the magnet movable body 10 is reciprocated by means of interaction between current sent to the respective coils 11A and 11B and the magnetic flux of the magnet movable body side, which is intersected with the respective coils 11A and 11B.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.09.1999
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.06.2002
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number] 3363931
 [Date of registration] 25.10.2002
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-14093
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 25.07.2002
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3363931号

(P3363931)

(45) 発行日 平成15年 1 月 8 日 (2003. 1. 8)

(24) 登録日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

F 0 4 B 17/04

F 0 4 B 17/04

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-16938

(22) 出願日 平成5年 1 月 7 日 (1993. 1. 7)

(65) 公開番号 特開平6-200869

(43) 公開日 平成6年 7 月 19 日 (1994. 7. 19)

審査請求日 平成11年 9 月 10 日 (1999. 9. 10)

前置審査

(73) 特許権者 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋 1 丁目13番 1 号

(72) 発明者 平林 康之

東京都中央区日本橋一丁目13番 1 号ティ

ーディーケー株式会社内

(72) 発明者 大山 貴俊

東京都中央区日本橋一丁目13番 1 号ティ

ーディーケー株式会社内

(72) 発明者 宗野 尋之

東京都中央区日本橋一丁目13番 1 号ティ

ーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100079290

弁理士 村井 隆

審査官 刈間 宏信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可動磁石式ポンプ

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 個の軸方向に着磁した永久磁石を有して、軸方向に貫通流体通路を形成してなる磁石可動体を、流体導入室内に摺動自在に設け、該流体導入室を囲む如く複数のコイルを固定配置し、かつ前記複数のコイルを隣合う部分に同極が発生するように結線し、前記流体導入室に連通する流体通路に少なくとも 1 個の第 1 の逆流防止弁を設けるとともに、前記磁石可動体に第 2 の逆流防止弁を設け、各コイルに通電された交流電流と各コイルと鎖交する前記磁石可動体側の磁束との相互作用で前記磁石可動体を往復動させることを特徴とする可動磁石式ポンプであって、前記磁石可動体は同極対向された少なくとも 2 個の永久磁石間に磁性体を設けて構成されており、前記複数のコイルは少なくとも 3 連であって、当該少なくとも 3 連の

2

コイルは、各永久磁石の磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されていることを特徴とする可動磁石式ポンプ。

【請求項 2】 前記コイル外周側に磁性体ヨークを設けて、前記磁石可動体の軸方向に垂直な方向の磁束成分を増加させるための磁気回路を構成した請求項 1 記載の可動磁石式ポンプ。

【請求項 3】 前記第 1 の逆流防止弁は第 1 の磁性弁体と弁体吸引用永久磁石とを備え、該弁体吸引用永久磁石により前記流体導入室に連通する前記流体通路を閉塞する向きに前記第 1 の磁性弁体を付勢するものである請求項 1 又は 2 記載の可動磁石式ポンプ。

【請求項 4】 前記第 2 の逆流防止弁は第 2 の磁性弁体を有し、前記磁石可動体の永久磁石で前記貫通流体通路を閉塞する向きに前記第 2 の磁性弁体を付勢するもので

10

ある請求項1又は2記載の可動磁石式ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、流体、とくに水、灯油等の液体を揚液する用途に適した小型の可動磁石式ポンプに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、小型ポンプとしては、磁性ピストンを一方向に駆動する励磁コイルと、その磁性ピストンを元の位置に復帰させる復帰用ばねとを有する電磁ポンプ（ソレノイドポンプ）が知られている（特開昭55-142981号等）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、磁性ピストンと励磁コイルとを組み合わせた従来の電磁ポンプは、ばね等の機械的復帰機構が必要不可欠で、機構の複雑化や形状の大型化を招く問題があり、また、ピストンの操作力を増大させるためには磁性ピストン及び励磁コイルが大型化してしまう。このため、従来一般的な電磁ポンプでは小型乃至超小型で充分な揚液能力を持つポンプを実現するのは困難であった。

【0004】本発明は、上記の点に鑑み、貫通流体通路を形成した磁石可動体を流体導入室内で往復動させる構成とし、機械的復帰機構を不要として機構の簡略化を図るとともに、小型にして揚液能力の増大を図り得る可動磁石式ポンプを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の発明の可動磁石式ポンプは、少なくとも2個の軸方向に着磁した永久磁石を有して軸方向に貫通流体通路を形成してなる磁石可動体を、流体導入室内に摺動自在に設け、該流体導入室を囲む如く複数のコイルを固定配置し、かつ前記複数のコイルを隣合う部分に同極が発生するように結線し、前記流体導入室に連通する流体通路に少なくとも1個の第1の逆流防止弁を設けるとともに、前記磁石可動体に第2の逆流防止弁を設け、各コイルに通電された交流電流と各コイルと鎖交する前記磁石可動体側の磁束との相互作用で前記磁石可動体を往復動させることを特徴とする可動磁石式ポンプであって、前記磁石可動体は同極対向された少なくとも2個の永久磁石間に磁性体を設けて構成されており、前記複数のコイルは少なくとも3連であって、当該少なくとも3連のコイルは、各永久磁石の磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されていることを特徴としている。

【0006】

【作用】本発明の可動磁石式ポンプにおいては、貫通流体通路を形成した磁石可動体を流体導入室内に摺動自在に設け、該磁石可動体とコイル間のフレミングの左手の法則に基づいて与えられる推力に準ずる操作力にて当該

磁石可動体を駆動している。このため、交流電圧にて磁石可動体を直接電磁往復動させられるため、ばね等の機械的復帰機構が不要で機構の簡略化ができ、磁石可動体の往復運動の方向に垂直な方向の偏りも発生せず、円滑に磁石可動体を作動させることができる。また、磁石可動体の操作力は、従来の電磁ポンプの磁性ピストンと励磁コイル間の力よりも格段に大きくでき、小型乃至超小型にして充分大きな揚液能力のポンプを実現できる。

【0007】図6は本発明の基になる参考例の場合における磁石可動体の往復動動作についての動作原理を説明するための概略構成図であり、図7は比較例の場合における磁石可動体の往復動動作についての動作原理を説明するための概略構成図であり、図8は本発明の実施例の場合における磁石可動体の往復動動作についての動作原理を説明するための概略構成図である。

【0008】図6の参考例の動作原理を示す概略構成図において、10は軸方向に着磁した棒状の永久磁石からなる磁石可動体であり、両端面に磁極を有している。コイル11A、11Bは、磁石可動体10の端部外周側をそれぞれ環状に周回するように巻回され、隣合う部分に同極が発生するようになっている。なお、図示は省略してあるが、コイル11A、11Bは通常磁石可動体10を軸方向に移動自在にガイドするためのガイド筒体に装着される。そして、磁石可動体10の各端面からの磁束がそれぞれコイル11A、11Bと鎖交している。

【0009】図7の比較例の概略構成図において、磁石可動体20は同極対向配置の2個の棒状永久磁石21A、21Bと、これらの永久磁石21A、21B間に固着される棒状軟磁性体22とを固着一体化したものであり、コイル23は磁石可動体20の中間部外周側をそれぞれ環状に周回するように巻回されている。なお、図示は省略してあるが、コイル23は通常磁石可動体20を軸方向に移動自在にガイドするためのガイド筒体に装着される。そして、磁石可動体20の同極対向した永久磁石端面からの磁束がコイル23と鎖交している。

【0010】図8の実施例の動作原理を示す概略構成図において、磁石可動体30は同極対向配置の2個の円柱状永久磁石31A、31Bと、これらの永久磁石31A、31B間に固着される円柱状軟磁性体32とを一体化したものであり、3連のコイル33A、33B、33Cは、磁石可動体30の外周側を周回する如く巻回され、磁石可動体30を構成する永久磁石31Aの左端、永久磁石31A、31Bの同極対向端、及び永久磁石31Bの右端の磁極からの磁束とそれぞれ鎖交するように配置されている。これらのコイル33A、33B、33Cは永久磁石31A、31Bの磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されている（磁極間の境は磁極と磁極の間であれば必ずしも磁極中間位置になくともよい。）。なお、図示は省略してあるが、コイル33A、33B、33Cは通常磁石可動体30を軸方向に

移動自在にガイドするためのガイド筒体に装着される。コイル33A、33B、33Cと磁石可動体30との位置関係は、当該磁石可動体30の停止時を含む大部分の可動位置において、永久磁石磁極間を境にして各コイルに流れる電流が相互に逆向きとなるように設定しておく。

【0011】ところで、参考例、実施例及び比較例において、磁石可動体10、20、30に発生する推力は、基本的にはフレミングの左手の法則に基づいて与えられる推力に準ずるものである（フレミングの左手の法則はコイルに対して適用されるが、ここではコイルが固定のため、磁石可動体にコイルに作用する力の反力としての推力が発生する。）。したがって、推力に寄与するのは、磁石可動体が有する永久磁石の磁束の垂直成分（永久磁石の軸方向に直交する成分）である。

【0012】そこで、1個の永久磁石の場合、あるいは2個の同極対向配置の永久磁石の場合について、磁束の垂直成分がどのようになるのかそれぞれ解析してみた。

【0013】図9は、単独の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ6mmで、永久磁石表面から0.25～0.45mm離れた位置を計測した。

【0014】図10は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、かつ直接接合した場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mm（2個で6mm）で、永久磁石表面から0.25～0.45mm離れた位置を計測した。

【0015】図11は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、かつ対向間隔を1mmとした場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、永久磁石表面から0.25～0.45mm離れた位置を計測した。

【0016】図12は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、かつ対向間隔を2mmとした場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、永久磁石表面から0.25～0.45mm離れた位置を計測した。

【0017】図13は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、かつ対向間隔を3mmとした場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、永久磁石表面から0.25～0.45mm離れた位置を計測した。

【0018】図14は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、両永久磁石間に長さ1mmの軟磁性体を配置した場

合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、永久磁石表面から0.25～0.45mm離れた位置を計測した。

【0019】図15は、2個の永久磁石を同極対向配置とし、両永久磁石間に長さ1mmの軟磁性体を配置し、さらに2個の永久磁石の外周に対向させて軟磁性体ヨークを配設した場合において、2個の永久磁石の長手側面に沿って表面磁束密度の垂直成分を磁場解析した結果を示す。但し、各永久磁石は希土類永久磁石であって、直径2.5mm、長さ3mmで、ヨークは永久磁石を取り囲む円筒形状で厚み0.5mm、長さ10mmで永久磁石外周から1.25mm離間した位置となっており、表面磁束密度の垂直成分は永久磁石表面から0.25～0.45mm離れた位置を計測した。

【0020】上述したように、磁石可動体に発生する推力は、基本的にはフレミングの左手の法則に基づいて与えられる推力に準ずるものであり、コイルと鎖交する永久磁石の磁束の垂直成分（永久磁石の軸方向に直交する成分）が多いことが望まれるが、図6の参考例の動作原理図では、表面磁束密度の垂直成分は図9のようになり、図10乃至図15の2個の永久磁石を同極対向配置とした場合に比較して垂直成分が少ないが、励磁コイルで磁性ピストンを吸引する従来の電磁ポンプに比べると大きな操作力が得られている。例えば、磁石可動体10を直径2.5mm、長さ6mmの希土類永久磁石で構成し、2個のコイル11A、11Bの隣合う部分に同極が発生するように各コイル11A、11Bに40mAの電流を流したときに発生する推力F1は4.7（gf）であった。各コイルの電流を反転させれば磁石可動体10の推力の向きも反転する。交流電流を流した場合には、一定周期で振動を繰り返す往復動アクチュエータとして働く。

【0021】また、図7の比較例では、2個の同極対向の永久磁石間に軟磁性体を配した磁石可動体20を用いており、磁束密度の垂直成分は図14に示す如くなり、同極対向の永久磁石21A、21Bの磁極から出る磁束は1個の永久磁石の場合（図9参照）や2個の永久磁石のみの場合（図10乃至図13参照）よりも多くなるが、コイルが磁石可動体20の中間部を囲む1個のみであり、磁石可動体20の両端面の磁極による磁束は有効に利用していない。このため、図7の比較例の場合は2個の永久磁石を組み合わせた割には推力の向上は少ない。例えば、図7の比較例において磁石可動体20として直径2.5mm、長さ3mmの希土類永久磁石を2個用い（希土類永久磁石の性能は参考例と同じとする）、かつ両者間に長さ1mmの軟磁性体を配置したものをを用い、図6の参考例と同じ消費電力となるように作成したコイル23に40mAの電流を流し、参考例と同じ消費電力と

したときに発生する推力 F_2 は5.6 (gf)であった。

【0022】さらに、図8の実施例の動作原理図では、磁石可動体30の構造は、図14のように2個の永久磁石を同極対向させかつ永久磁石間に軟磁性体を配置したものである。この図14のときは軟磁性体位置に相当する領域Qの表面磁束密度の垂直成分は、軟磁性体の無い図10乃至図13よりも優れている（磁束密度0.3 T以上のピークの幅が広くかつピークが高い。）。

【0023】このように、2個の永久磁石31A、31Bを同極対向させかつ永久磁石間に軟磁性体32を設けた磁石可動体30は、フレミングの左手の法則に基づく推力に寄与できる磁石可動体30の長手方向に垂直な磁束成分を大きくでき、かつ3連のコイル33A、33B、33Cは永久磁石の全磁極の磁束と有効に鎖交するので、3連のコイル33A、33B、33Cに交互に逆極性の磁界を発生する向きに電流を通電することにより、参考例や比較例では到達し得ない大きな推力を発生することができる。各コイルの電流を反転させれば磁石可動体30の推力の向きも反転する。交流電流を流した場合には、一定周期で振動を繰り返す往復動アクチュエータとして働く。図8の実施例の動作原理図の場合、例えば、磁石可動体30として直径2.5 mm、長さ3 mmの希土類永久磁石を2個用い（希土類永久磁石の性能は参考例や比較例と同じとする）、かつ両者間に長さ1 mmの軟磁性体を配置したものを用い、図6、図7の参考例、比較例と同じ消費電力となるように作成した3連のコイル33A、33B、33Cに40 mAの電流を流し、同じ消費電力としたときに発生する推力 F_3 は6.7 (gf)であった。これは、同一消費電力の参考例の場合の約1.42倍の推力であり、また比較例の約1.2倍の推力であり、参考例及び比較例に比較して格段に優れていることが判る。

【0024】図16の曲線（イ）は図8（ヨーク無し）の場合の磁石可動体30の軸方向変位量と推力（gf）との関係を示す。但し、永久磁石の寸法、特性は図14に示したものとするとともに、磁石可動体30の中間点が中央のコイル33Bの中間点に位置するときを変位量零とし、各コイルの電流は40 mAとした。

【0025】図16の曲線（ロ）は図8の動作原理図に磁性ヨークを付加した場合（但し、永久磁石及びヨークの寸法、配置及び永久磁石の特性は図15の通り）の磁石可動体30の軸方向変位量と推力（gf）との関係であって変位量零の点から離れる方向に磁石可動体が動作するときを示す。また、曲線（ハ）は同じ構成における磁石可動体30の軸方向変位量と推力（gf）との関係であって変位量零の点に近づく方向に動作するときを示す。但し、磁石可動体30の中間点が中央のコイル2Bの中間点に位置するときを変位量零とし、各コイルの電流は40 mAとした。このように、磁石可動体30が変位量零の点に近づくか又は離れるかによって推力が相違する

のは、磁石可動体30の永久磁石の磁極とヨークとの間に磁石可動体30を変位量零点に戻す磁気吸引力が働いているからである。

【0026】

【実施例】以下、本発明に係る可動磁石式ポンプの実施例を図面に従って説明する。

【0027】図1は本発明の基になる参考例を示す。この図に示すように、参考例の可動磁石式ポンプは、軟磁性体の円筒状ヨーク1と、該円筒状ヨーク1の内側に配置された2連のコイル11A、11Bと、磁石可動体10とを有し、2連のコイル11A、11Bは内周面が磁石可動体10を摺動自在に案内する流体導入室2となったガイド筒体4で円筒状ヨーク1に固定されている。そのガイド筒体4は絶縁樹脂等の絶縁部材（非磁性材）である。図示の通り、磁性体ヨークである円筒状ヨーク1はコイル11A、11Bの外周側のみに設けられていて、前記磁石可動体の軸方向に垂直な方向の磁束成分を増加させるための磁気回路を構成している（図15参照）。

【0028】前記磁石可動体10は、両端面に磁極を有する如く軸方向に着磁された円柱状希土類永久磁石27を非磁性筒状ホルダ28で覆ったもので、中央部を軸方向に貫通するように貫通流体通路3が形成されている。この筒状ホルダ28は磁石可動体10の外周面、両端面を構成するように永久磁石27を覆うが、貫通流体通路3の内周面まで覆うことが（すなわち磁石可動体10の全表面が非磁性ホルダ28で構成されていることが）、最も望ましい。

【0029】前記コイル11A、11Bは、磁石可動体10の端部外周側をそれぞれ環状に周囲するように巻回され、隣合う部分に同極が発生するように結線されており、磁石可動体10の各端面からの磁束がそれぞれコイル11A、11Bと鎖交している。

【0030】前記流体導入室2を形成したガイド筒体4の一端には流体導入側部材5がリング61及びストッパ板62を介し水密に固定されている。流体導入側部材5は一端が流体導入口7として開口し、他端が流体導入室2に連通した流体導入路8を有し、その中間部に形成された大径部6に第1の逆流防止弁12が設けられている。すなわち、第1の逆流防止弁12は、大径部6の弁座部となる部分に固定配置されたゴム等のシール材14と、該シール材14に圧接したときに流体導入路8を閉塞する鋼球等の磁性弁体15と、流体導入側部材5の外側に配置された弁体吸引用永久磁石16とからなっている。したがって、磁性弁体15は弁体吸引用永久磁石16で前記シール材14に圧接する向きに付勢されている。流体導入側部材5は非磁性材が望ましい。

【0031】なお、前記ストッパ板62の磁石可動体10への対向面には当該磁石可動体10の行程を規制するためのクッション材63が固着されている。

【0032】前記流体導入室2を形成したガイド筒体4の他端には流体吐出側部材17がリング64を介して水密に固定されている。すなわち、流体吐出側部材17のフランジ部を上から押さえる押さえ板65をボルト66で円筒状ヨーク1のフランジ部に装着して締め付ける。この流体吐出側部材17は流体導入室2に連通した流体吐出口19を有している。流体吐出側部材17の先端側部には流体吐出口19に連通する流体吐出口18を持つノズル部材67が固着されている。

【0033】さらに、磁石可動体10の流体吐出側端面との間で第2の逆流防止弁25を構成するように鋼球等の磁性弁体26が設けられている。該磁性弁体26は磁石可動体10内の永久磁石27によって貫通流体通路3を閉塞する向きに吸引されている。なお、磁石可動体10の流体吐出側端面にはゴム等のシール材70が固着されている。また、弁体26及び磁石可動体10の行程を規制するクッション材68が流体吐出側部材17の内側凹部に固定されている。

【0034】この参考例の構成において、図6の動作原理図の所で説明したように、相隣合う部分に同極が発生する如く2個のコイル11A, 11Bを結線して交流電流を通电することにより磁石可動体10を流体導入室2内で往復動させることができる。この結果、磁石可動体10が流体吐出側に移動する行程では第2の逆流防止弁25の磁性弁体26が貫通流体通路3を閉塞した状態で当該磁石可動体10が移動するため、流体導入室2内に流体（例えば水、灯油等の液体）が流体導入口7、流体導入路8及び第1の逆流防止弁12の経路を通して導入される。そして、磁石可動体10が流体導入側に移動する行程では第1の逆流防止弁12の磁性弁体15が流体導入路8を閉塞した状態で当該磁石可動体10が移動するため、流体導入室2内の流体は第2の逆流防止弁25を通して磁石可動体10の流体吐出側に移動し、その後の磁石可動体10の流体吐出側への移動に伴い流体吐出口19を通り流体吐出口18から吐出される。

【0035】この参考例によれば、磁石可動体10の永久磁石からの磁束と、これと鎖交する2個のコイル11A, 11Bの電流間に働くフレミングの左手の法則に基づく推力に準ずる力で磁石可動体10を効率的に往復動させることができ、復帰用ばね等の機構は不要となり、機構の簡略化を図り得る。また、磁石可動体10の往復動作は、コイル11A, 11Bに通電する電流の周波数に対する追従性が良く円滑に行われ、周波数を高くすることで高速動作も可能となる。さらに、磁石可動体10に貫通流体通路3が貫通しているため、磁石可動体10の冷却が効果的に行われる利点もある。また、第1及び第2の逆流防止弁12, 25は鋼球等の磁性弁体15, 26を永久磁石で吸引する簡単な構造であり、この点でも機構の簡略化を図っている。

【0036】図2は本発明の実施例を示す。この図に示

すように、実施例の可動磁石式ポンプは、軟磁性体の円筒状ヨーク41と、該円筒状ヨーク41の内側に配置された3連のコイル33A, 33B, 33Cと、磁石可動体30とを有し、3連のコイル33A, 33B, 33Cは内周面が磁石可動体30を摺動自在に案内する流体導入室42となったガイド筒体44で円筒状ヨーク41に固定されている。そのガイド筒体44は絶縁樹脂等の絶縁部材（非磁性材）である。

【0037】前記磁石可動体30は、同極対向配置の2個の円柱状希土類永久磁石31A, 31Bと、これらの永久磁石31A, 31B間に配置される円柱状軟磁性体32と、非磁性筒状ホルダ47とからなり、それらの中央部を軸方向に貫通するように貫通流体通路43が形成されている。それらの永久磁石31A, 31B、軟磁性体32は筒状ホルダ47内に収納されて固定、一体化されている。この筒状ホルダ47は磁石可動体30の外周面、両端面を構成するように永久磁石及び軟磁性体を覆うが、貫通流体通路43の内周面まで覆うことが（すなわち磁石可動体30の全表面が非磁性ホルダ47で構成されていることが）、最も望ましい。

【0038】前記3連のコイル33A, 33B, 33Cは環状に周回するように巻回され、永久磁石31A, 31Bの磁極間を境にして相異なる方向に電流が流れる如く結線されている。すなわち、中央のコイル33Bは軟磁性体32及び永久磁石31A, 31BのN極を含む端部を囲み、両側のコイル33A, 33Cは、永久磁石31A, 31BのS極を含む端部をそれぞれ囲むことができるようになっており、かつ中央のコイル33Bに流れる電流の向きと、両側のコイル33A, 33Cの電流の向きとは逆向きである（図2の各コイルに付したN, Sを参照）。

【0039】前記流体導入室42を形成したガイド筒体44の一端には流体導入側部材45がリング61及びストッパ板62を介し水密に固定されている。流体導入側部材45は一端が流体導入口47として開口し、他端が流体導入室42に連通した流体導入路48を有し、その中間部に形成された大径部46に第1の逆流防止弁52が設けられている。すなわち、第1の逆流防止弁52は、大径部46の弁座部となる部分に固定配置されたゴム等のシール材54と、該シール材54に圧接したときに流体導入路48を閉塞する鋼球等の磁性弁体55と、流体導入側部材45の外側に配置された弁体吸引用永久磁石56とからなっている。したがって、磁性弁体55は弁体吸引用永久磁石56で前記シール材54に圧接する向きに付勢されている。流体導入側部材45は非磁性材が望ましい。

【0040】なお、前記ストッパ板62の磁石可動体30への対向面には当該磁石可動体30の行程を規制するためのクッション材63が固着されている。

【0041】前記流体導入室42を形成したガイド筒体

4.4の他端には流体吐出側部材57がリング64を介して水密に固定されている。すなわち、流体吐出側部材57のフランジ部を上から押さえる押さえ板65をボルト66で円筒状ヨーク41のフランジ部に装着して締め付ける。この流体吐出側部材57は流体導入室42に連通した流体吐出路59を有している。流体吐出側部材57の先端側部には流体吐出路59に連通する流体吐出口58を持つノズル部材67が固着されている。

【0042】さらに、磁石可動体30の流体吐出側端面との間で第2の逆流防止弁75を構成するように鋼球等の磁性弁体76が設けられている。該磁性弁体76は磁石可動体30内の永久磁石31Aによって貫通流体通路43を閉塞する向きに吸引されている。なお、磁石可動体30の流体吐出側端面にはゴム等のシール材70が固着されている。また、弁体76及び磁石可動体30の行程を規制するクッション材68が流体吐出側部材57の内側凹部に固定されている。

【0043】この実施例の構成において、図8の動作原理図の所で説明したように、3連のコイル33A, 33B, 33Cに対して、交互に逆極性の磁界を発生する向きに交流電流を通電することにより磁石可動体30を流体導入室42内で往復動させることができる。この結果、磁石可動体30が流体吐出側に移動する行程では第2の逆流防止弁75の磁性弁体76が貫通流体通路43を閉塞した状態で当該磁石可動体30が移動するため、流体導入室42内に流体（例えば水、灯油等の液体）が流体導入口47、流体導入路48及び第1の逆流防止弁52の経路を通して導入される。そして、磁石可動体30が流体導入側に移動する行程では第1の逆流防止弁52の磁性弁体55が流体導入路48を閉塞した状態で当該磁石可動体30が移動するため、流体導入室42内の流体は第2の逆流防止弁75を通して磁石可動体30の流体吐出側に移動し、その後の磁石可動体30の流体吐出側への移動に伴い流体吐出路59を通り流体吐出口58から吐出される。

【0044】この実施例によれば、磁石可動体30の各永久磁石からの磁束と、これと鎖交する3連のコイル33A, 33B, 33Cの電流間に働くフレミングの左手の法則に基づく推力に準ずる力で磁石可動体30を極めて効率的に往復動させることができる。図8の動作原理図の所で説明したように、同極対向の永久磁石間に軟磁性体を挟んだ構造体で磁石可動体30を構成しており、永久磁石の着磁方向（軸方向）に垂直な磁束密度成分を充分大きくできかつ永久磁石の全ての磁極の発生する磁束を有効利用できるので、磁石可動体30を取り巻くように周回した3連のコイル33A, 33B, 33Cに流れる電流と間のフレミングの左手の法則に基づく推力を充分大きくでき、磁石可動体30を小型にした場合であってもその駆動力を極めて大きくできる。なお、その他の作用効果は前述した参考例と同様である。

【0045】図3は参考例又は実施例における第2の逆流防止弁の変形例であり、磁石可動体10, 30の流体吐出側に非磁性筒状ホルダ28, 47の延長部100を設け、該延長部100にてばね101及び球状等の弁体102を押える構成となっている。したがって、弁体102は磁石可動体10, 30の流体吐出側端面のシール材70に圧接する方向にばね101で付勢され、貫通流体通路3, 43を閉塞する。この図3の構成の場合、弁体102は磁性体でなくともよい。

10 【0046】図4は参考例又は実施例における第2の逆流防止弁のもう1つの変形例であり、磁石可動体10, 30の流体吐出側に凹部80を形成し、ここに貫通流体通路3, 43を開口させ、該開口をばね81で付勢された球状等の弁体82で閉塞する構成となっている。なお、磁石可動体10, 30の流体吐出側端面にはばね押さえ83が固着されている。この図4の構成の場合、弁体82は磁性体でなくともよい。

【0047】図5は参考例又は実施例における第1の逆流防止弁の変形例であり、流体導入部材5, 45の大径部6, 46の弁座部となる部分にゴム等のシール材14, 54が固定配置され、これに圧接するように球状等の弁体90がばね91によって付勢されている。なお、ストッパ板62はばね押さえとしても機能している。なお、1, 41はヨーク、8, 48は流体導入路である。この図5の場合も、弁体90は磁性体でなくともよい。

【0048】なお、第1及び第2の逆流防止弁の構造は、さらに図3乃至図5以外の構造を採用することもできる。

【0049】

30 【発明の効果】以上説明したように、本発明の可動磁石式ポンプによれば、貫通流体通路を形成した磁石可動体と複数のコイルに通電する交流電流と間の電磁力（フレミングの左手の法則に基づいて与えられる推力に準ずる操作力）を利用して当該磁石可動体を流体導入室内で往復動させる構成としたので、機械的復帰機構を不要として機構の簡略化を図ることができ、小型で大きな揚液能力を実現できる。

【図面の簡単な説明】

40 【図1】本発明に係る可動磁石式ポンプの基になる参考例を示す正断面図である。

【図2】本発明の実施例を示す正断面図である。

【図3】参考例又は実施例における第2の逆流防止弁の変形例を示す部分断面図である。

【図4】参考例又は実施例における第2の逆流防止弁のもう1つの変形例を示す部分断面図である。

【図5】参考例又は実施例における第1の逆流防止弁の変形例を示す部分断面図である。

【図6】参考例の動作原理を説明するための概略構成図である。

50 【図7】比較例を示す概略構成図である。

【図8】実施例の動作原理を説明するための概略構成図である。

【図9】単一の永久磁石の長手側面（永久磁石の着磁方向に平行な面）の表面磁束密度の垂直成分（長手側面に垂直な成分）を示すグラフである。

【図10】2個の同極対向の永久磁石を直接的に対接状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図11】2個の永久磁石を1mmのエアギャップを介し同極対向状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図12】2個の永久磁石を2mmのエアギャップを介し同極対向状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図13】2個の永久磁石を3mmのエアギャップを介し同極対向状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図14】2個の永久磁石を軟磁性体を介し同極対向状態とした場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示*

*すグラフである。

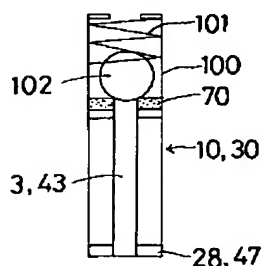
【図15】2個の永久磁石を軟磁性体を介し同極対向状態とし、かつ軟磁性体ヨークを配置した場合の長手側面の表面磁束密度の垂直成分を示すグラフである。

【図16】図8の実施例の動作原理図における磁石可動体の変位量と推力との関係を示すグラフである。

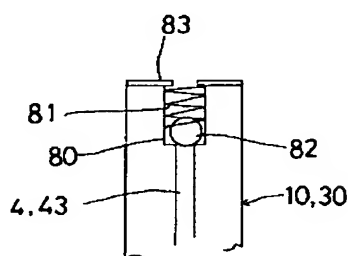
【符号の説明】

- 1, 41 円筒状ヨーク
- 2, 42 流体導入室
- 3, 43 流体導入路
- 4, 44 ガイド筒体
- 10, 30 磁石可動体
- 11A, 11B, 33A, 33B, 33C コイル
- 12, 52 第1の逆流防止弁
- 25, 75 第2の逆流防止弁
- 31A, 31B 円柱状永久磁石
- 32 円柱状軟磁性体
- 47 円筒状ホルダ

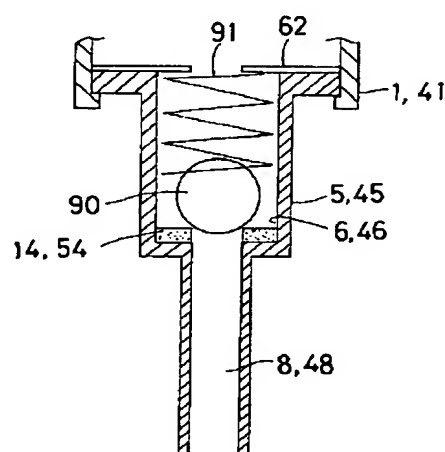
【図3】



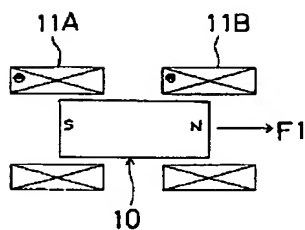
【図4】



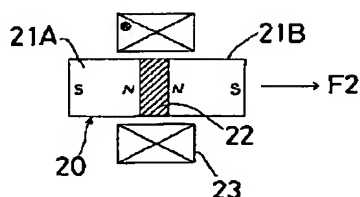
【図5】



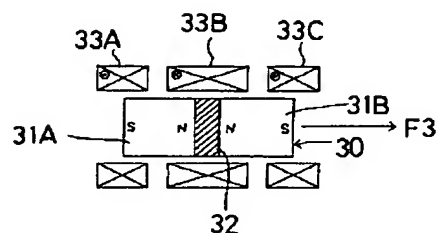
【図6】



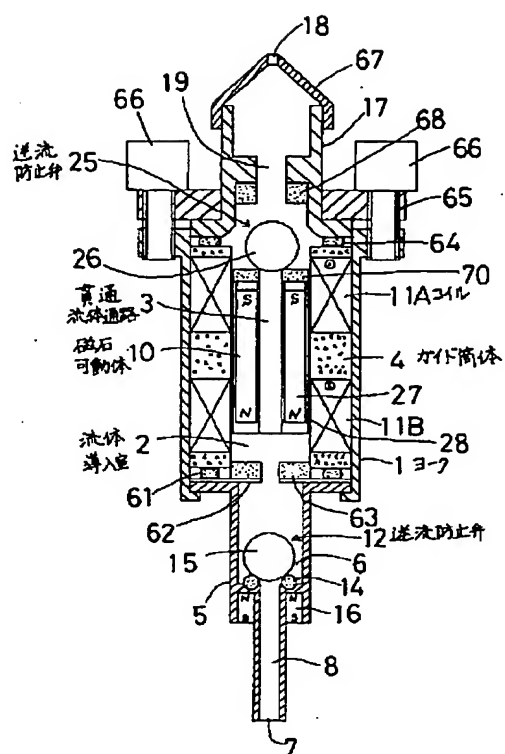
【図7】



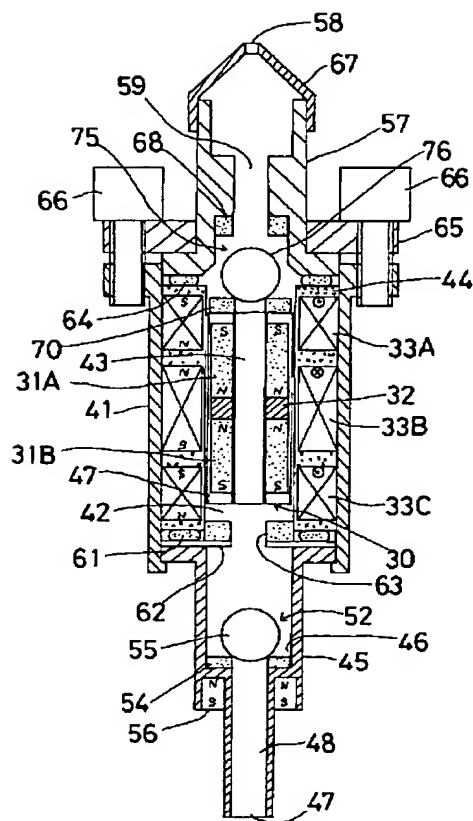
【図8】



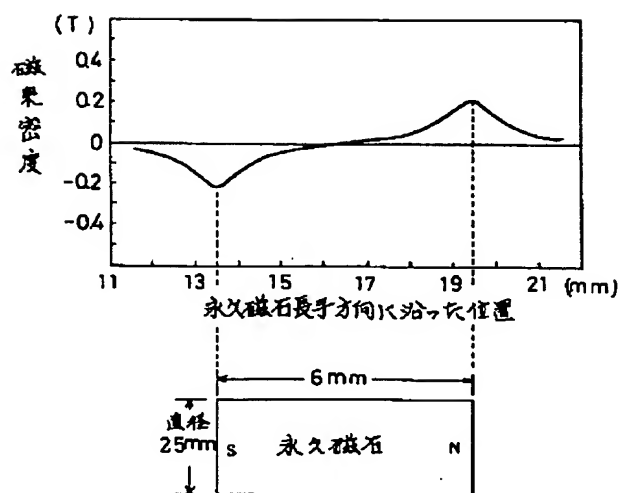
【図1】



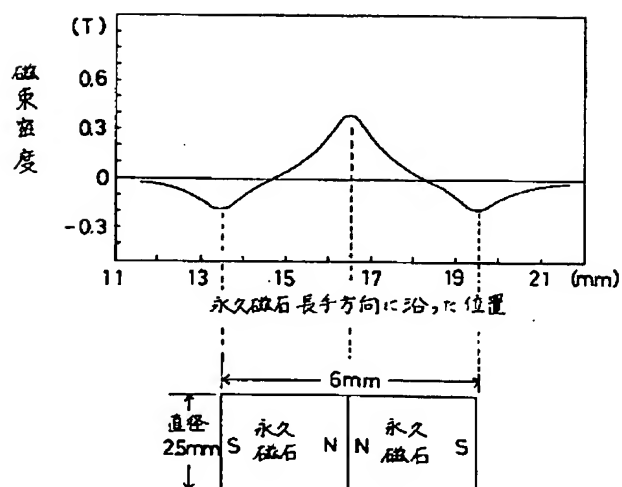
【図2】



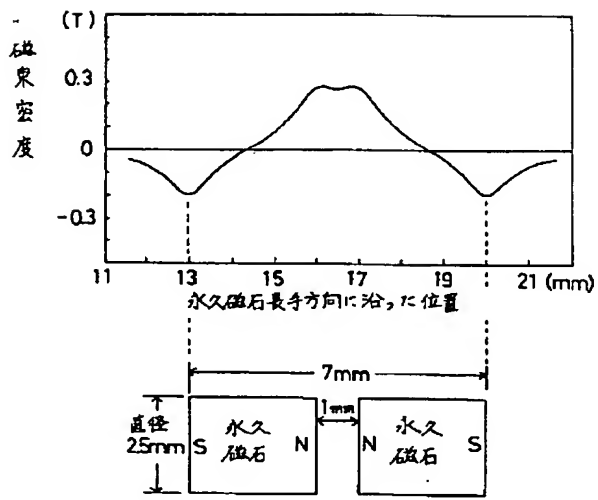
【図9】



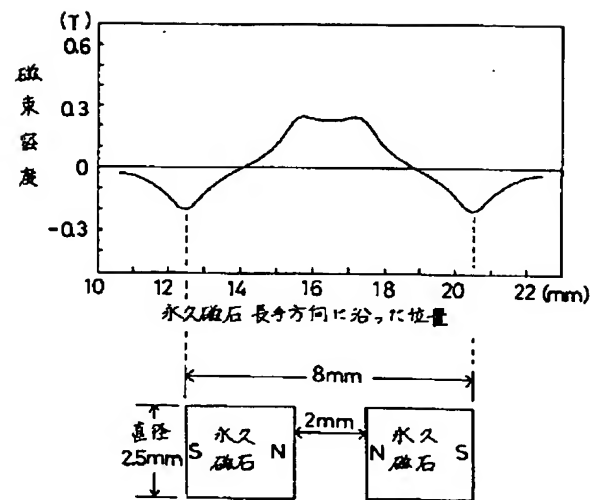
【図10】



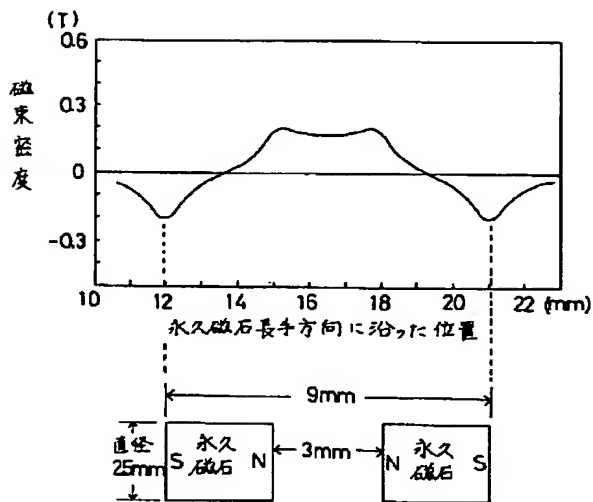
【図11】



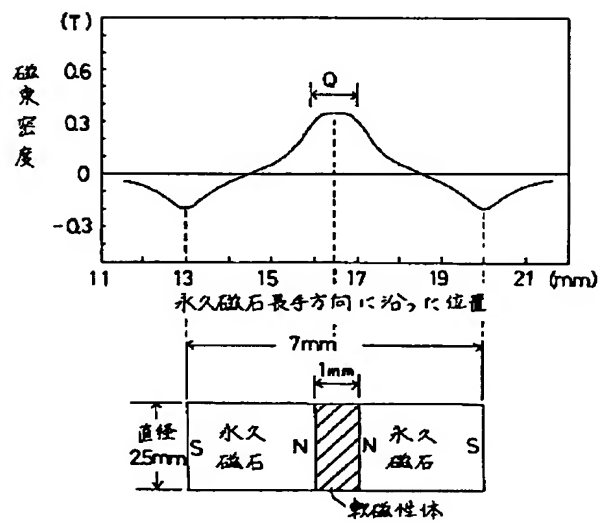
【図12】



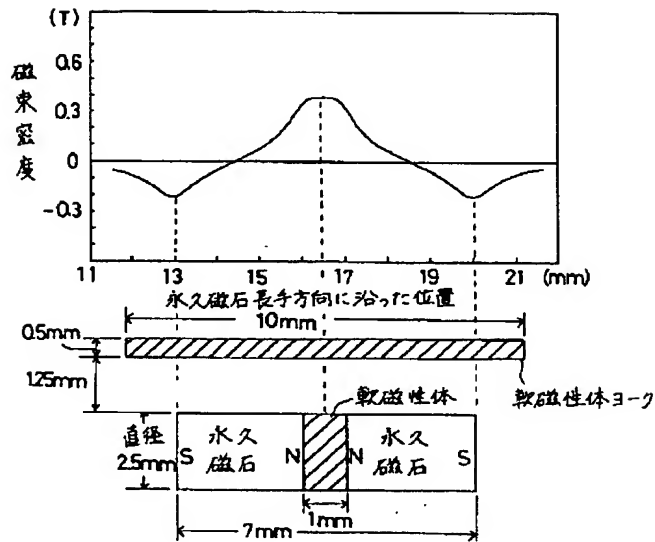
【図13】



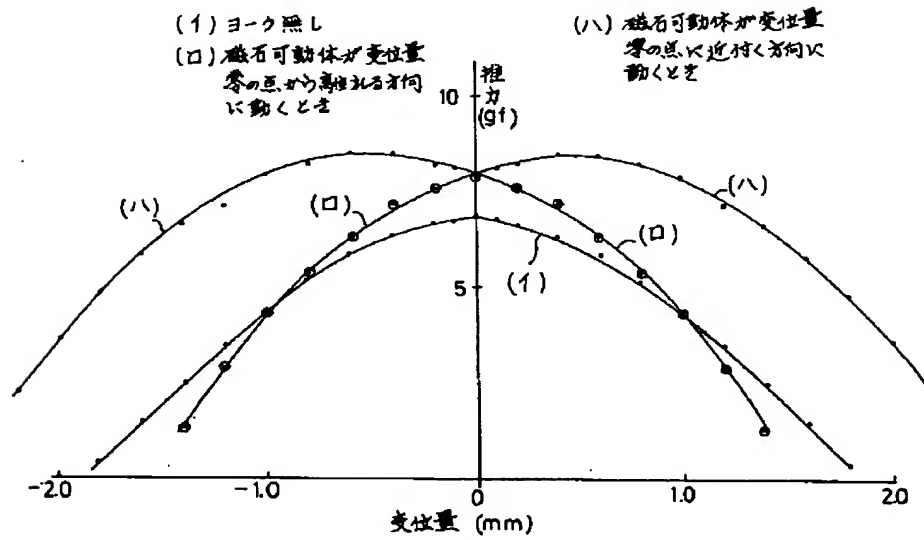
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 齊藤 重男
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティ
ーディーケー株式会社内

- (56)参考文献
- 特開 平2-27168 (J P, A)
 - 特開 昭59-165953 (J P, A)
 - 特開 昭59-59064 (J P, A)
 - 特開 昭50-107413 (J P, A)
 - 実開 平2-31379 (J P, U)
 - 実開 昭54-85404 (J P, U)
 - 実開 平1-159582 (J P, U)
 - 実開 昭62-165775 (J P, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

F04B 17/04